云 南 植 物 研 究 1989；11（1）：81—90
Acta Botanica Yunnanica

热带速生耐旱树种榆绿木的研究

邹寿青 吴玉芳 王 洪

（中国科学院西双版纳热带植物园，云南勐腊）

摘要 榆绿木（*Anogeissus acuminata* var. *lanceolata*）在我国为一新纪录种，发现于云南省思茅县小橄榄坝为中心的狭窄河谷地带。本文对榆绿木的生态习性、生长特性和自然更新状况作了详细的分析，并对其材质和材性进行测定。榆绿木的气干容重为0·896 g/cm^3；顺纹抗压和抗弯强度之和高达1775 kg f/cm^2；静曲弹性模量203000 kg f/cm^2；冲击韧性达1.385 kg f. m/cm^2，是具有高强度、高韧性的工业用材。可作建筑、车辆、农具、体育运动器材及军工等用材。速生、耐旱，是一种有前途的干热河谷造林树种，还可作鞣料林和能源薪炭林栽培，具有很高的生态和经济价值。本文还对这一树种目前所面临的威胁作了分析，为合理开发利用及保护榆绿木森林资源提出了建议。

关键词 榆绿木；生态学；生长速度；繁殖更新；木材解剖；材性；植物保护

榆绿木*Anogeissus acuminata* (Roxb. ex DC.) Guill. et Perr. var. *lanceolata* Wall. ex Clarke是使君子科（Combretaceae）落叶大乔木。它是70年代中期在西双版纳发现的一个新纪录。1983年在野外调查中我们发现其树干高大通直，木材坚硬致密，生长集中成片，遂引起重视。随后进行了分布和生态调查、木材采样、种子采集和人工繁殖造林试验，应用树干解析方法对野生榆绿木的生长特性进行了研究，对木材构造、性质和用途也作了测定和研究。1984年7月榆绿木被列为国家重点保护植物。本文通过对上述数方面的描述和初步分析研究，为合理开发利用和保护这一宝贵树种资源提供理论依据。

一、形态特征

落叶大乔木，树高可达42米，胸径1米，主干通直，分枝很高；树皮厚1—1.5厘米，灰褐色至黑褐色，交叉纵裂至长方块深裂，幼树主干具枝状刺。小枝纤细，略下垂。单叶，近对生，有时互生，卵状披针形，长4—8厘米，宽2—3厘米，全缘，嫩叶被金黄色丝状毛；叶柄长2—6毫米，被柔毛。球形穗状花序腋生及顶生；花序梗长1厘米，具叶状苞片，早落。花两性，无柄；花萼在子房顶部延伸成一细管，其上部扩大成钟状，顶端五裂；无花瓣；雄蕊10枚，2轮排列；子房下位，两侧具翅；花柱单生，锥形，劲直。瘦果状翅果组成头状果序，成熟时直径1—1.2厘米，每果序含有果

1988-01-25收稿

40—60个，翅果长4毫米，宽5毫米，先端具长喙，被锈色柔毛；二室，种子常不发育或仅1枚发育。花期3月，果5月中旬成熟。

二、分　　布

榆绿木仅见于以思茅县小橄榄坝为中心的澜沧江及其支流两岸，南起景洪县的勐养河口，北至思茅县竹林区南爬河口的一段约60公里的狭长地带；约当北纬22°14′—22°37′东径100°26′—100°44′。地处景洪、勐海、思茅、澜沧四县交界区域。沿江及其主要支流南果河、景糯河、过马河两岸生长，海拔540—850米，最高上升到900米。分布区总面积约为150平方公里。现存榆绿木纯林或以其为优势树种的林分面积在1300公顷以上。

榆绿木亦分布于缅甸、泰国、老挝、柬埔寨、越南等，为热带干性落叶混交林及干性龙脑香林的常见树种。

三、生态习性

榆绿木喜热、耐旱；其适生的气候条件以小橄榄坝的气候资料为代表。这里的年平均气温高达22℃，绝对最高温度42℃，绝对最低温度0—2℃，年降雨量仅900—1100毫米，而年蒸发量高达1400毫米，高于10℃的活动积温为7200℃。用干燥度指数公式 $K=\frac{E}{R}=\frac{0.2\sum t(\geqslant 10℃积温)}{年降雨量}$ 计算，其指数为1.31—1.6，属于热带半湿润至半干旱的过渡性气候[1)]。降雨集中在雨季6—10月，一年中有半年干旱少雨，加之山高谷狭，焚风效应强烈。只有耐旱树种在山坡上能够生存。

榆绿木总是群聚生长，组成纯林或以它为优势的落叶性混交林。成熟林的高度在30米左右。它经常与牡竹*Dendrocalamus strictus* Nees混生，牡竹在林内高10—15米，构成第二层。其它常见的伴生树种木棉*Bombax ceiba* Linn.，滇家麻树 *Sterculia pexa* var. *yunnanensis* (Hu) Hsue，版纳黑檀 *Dalbergia fusca* var. *enneandra* Zou et Liu，帽柱木 *Mitragyne brunonis* Craib.，白格*Albizia procera* (Willd.) Benth.，余甘子*Phyllanthus emblica* Linn.等。下木和草本层不发达，常见种类有山芝麻*Helicteres angustifolia* Linn.，朴叶扁担杆*Grawia celtidifolia* Juss.，火筒树*Leea indica* Merr.，淡竹叶*Lophatherum gracile* Brongn.等。根据样方调查，第一林层的郁闭度0.4左右，第二林层较密，盖度在0.4—0.5。

榆绿木为强阳性的喜光树种，林下缺乏更新种群。它对土壤的适应性较广，在砂岩、页岩、砾岩、变质岩和石灰岩发育的土壤上都能生长，最适宜的土壤pH为6—7。要求土壤排水良好，在低洼地和沼泽地不见生长。在土层深厚的立地如山脚和江边洪积台地上生长好且能达到最大体积。在坡度40度土层瘠薄的立地或岩石露头的裂隙中也能生长，但长得较慢，植株也较矮小。

1）袁明德等，云南橡胶树气候分析与区划. 云南省农垦总局，1984：58—80

榆绿木的根系很深，6个月的小苗生根长达30—50厘米，大树主根深达2米，是耐旱的适应特征，同时也具有较强的富集矿物营养的能力。它每年在最干燥炎热的4—5月落叶，也是耐旱的重要生态习性。由于落叶物的分解，林下土壤多呈灰褐色，有机质含量高，团粒结构良好，肥力高，当地群众称之为"黑油土"，适于农作物和经济作物的生长。土样分析的结果（表1）也清楚地显示了榆绿木对土壤改良的作用。

表1　榆绿木林下土壤分析结果

Tab. 1　The analysis of soil under the *Anogeissus* forest

层次	深度 cm	pH值	有机质 %	全氮 N%	碱解氮 mg/100g	全磷 P_2O_5%	速效磷 mg/100g	全钾 K_2O%	速效钾 mg/100g	阳离子代换量 mg/100g
A	0—15	6.84	4.95	0.175	21.0	0.093	0.589	2.32	18.1	8.31
B	15—50	6.64	2.68	0.102	14.8	0.079	0.228	2.46	16.1	4.56
C	50—80	5.20	1.11	0.067	14.0	0.066	0	2.72	12.9	4.18

另一个特点是树皮厚，适应于干旱气候条件里频频发生的火害。榆绿木林下地面常有被火烧过的痕迹，而其大树总是安然无恙。与之伴生的树种如木棉、版纳黑檀、余甘子等也都有类似的能力。

榆绿木具有很强的萌生能力，幼树截干或被火烧伤后能迅速形成萌条，并能长成大树。

四、天然更新

榆绿木每年大量结实。一株成熟母树的结果量不下百万，在雨季来临前成熟，随风飘散，雨水一来种子就很快发芽生根。果实的含种率很低，仅1—2%，即便如此，其在数量上仍足以保证自然更新。

榆绿木的种子在新暴露的土地上，如火烧迹地、丢荒地、山坡塌方、林窗以及洪积沙地上大量发芽。据样方调查，每公顷出苗量最多的达44万株，其中大部分在以后的生存竞争中死亡。在一片5年前丢荒后更新起来的榆绿木幼林中，树高2米以上的幼树有6600株/公顷，其中高度5米以上的有3600株，最高的达7.5米。只要不受人为破坏，这片幼林在数量上足以保证生长成林。

榆绿木在母树林下，竹林下及草被繁茂的土地上均更新不良。据统计，在下层有母树、第二层为牡竹、总郁闭度为0.8的林下，每公顷一年生小苗有7500株，到了第二年仅剩660株，且生长不良，难以形成更新种群。这是榆绿木幼苗的强喜光性造成的。

可以设想，每当遇到牡竹在分布区内大量开花死亡的年份，或局部地区遇到严重森林火灾造成空旷的火烧迹地时，榆绿木将形成大量的更新苗，长成新一代的同龄林。

五、生长特性

为了获得榆绿木在自然状态下的生长特性，我们作了树干解析。样木取自思茅县竹林区大中河海拔820米处一株生长在山坡坡脚的大树，树高26.5米，胸径49.0厘米，其生长过程见表2及图1。

表2 野生榆绿木的生长进程

Tab. 2 The growth process of *Anogeissus* tree in natural forest

树龄 Year		胸径 cm	树高 m	材积 m³
5		2.4	4.0	0.0014
10		6.0	7.4	0.0134
15		11.6	12.2	0.0646
20		17.6	17.0	0.1600
25		23.3	20.0	0.3150
30		27.6	22.4	0.4820
35		32.4	24.2	0.7542
40		36.5	25.8	1.0168
45		40.9	26.0	1.3612
50		44.6	26.2	1.7768
52	去皮	46.0	26.5	1.9852
	带皮	49.0	26.5	2.2707

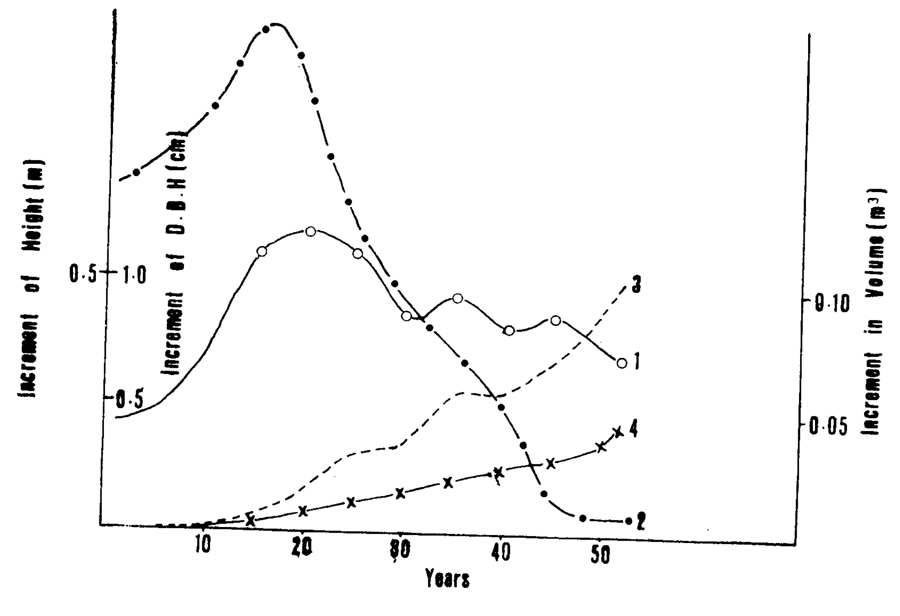


图1 榆绿木胸径树高、材积连年生长曲线

1.胸径连年生长量；2.树高连年生长量；3.材积连年生长量；4.材积平均生长量

Fig. 1 The annual growth curves of *Anogeissus* tree in D. B. H., height and volume. 1. Annual growth curve in D. B. H. 2. Annual growth curve in height. 3. Annual growth curve in volume. 4. Mean increment curve in volume.

分析结果表明，榆绿木的树高生长一开始就比较快，年生长量在80厘米左右，15—20龄期间生长最快，峰值可达1米/年，20龄以后逐渐变慢，此时树高已达17米；直径生长开始时较慢，连年生长量仅0.5厘米，以后逐渐加快，在15—25龄期达到高峰，峰值达1.2厘米/年，25龄以后生长量虽略有下降，但仍维持在0.7—0.8厘米/年的水平上。材积生长在幼龄期很慢，10龄以后逐渐加快；在52年生时达到连年生长0.1 m^3/年的水平，单株总材积达2.27 m^3，这时的材积平均生长量为0.043 m^3/年，还没有达到数量成熟龄。在样方调查中得到的初步结果是，榆绿木成熟林每公顷的主林木株数为166—234株，每公顷蓄积量为199—324 m^3。

在人工栽培条件下榆绿木的初期生长速度远远超过了自然林木。西双版纳热带植物园试种的榆绿木幼林，造林当年平均高即达1米，第二年底平均高2.76米，地径4.91厘米，三年半生的幼林平均高6.2米，胸径8.1厘米。平均每年高生长量达1.77米，胸径2.3厘米，显示了速生的特性。估计20年左右就可以成材。

六、播种育苗

榆绿木在5月上、中旬采收种子。由于种子小，不易从果实中剥出，采收其瘦果状翅果即可。翅果千粒重1.8—2克，含种率约1—2%，种子的寿命不很长，放在布袋中存放，两个月后就会丧失发芽率。在冰箱里里5℃低温保存或放在加了干燥剂的密封容器内，种子寿命可延长达十个月以上。

播种可将果实直接撒播在苗床表面，每平方米播种量40—50克，不盖土，适当遮阴或用稻草薄薄的复盖，每天淋水，播后3—6天即开始发芽，到第8天即出齐，场圃发芽率仅0.3—1.1%。

幼苗出土的子叶肾形，一周后长出第一片真叶，以后生长速度加快，至年底（播种后5个月）苗高即达91.9—135.7厘米，地径粗0.8—1.2厘米。幼苗在全光照下生长最快；在透光度30%的阴棚下当年生长量要比全光照下的低30%（表3）。

表3　不同光照条件下榆绿木苗生长速度比较

Tab. 3　A comparison for the growth rate of the *Anogeissus* seedlings under different light intensity.

苗高cm	苗龄（月）				
	1	2	3	4	5
透光度30%	11.7	27.8	55.1	72.2	91.9
全光照	13.1	33.1	80.7	118.4	135.7
生长量比	0.89：1	0.84：1	0.68：1	0.61：1	0.68：1

表中可以看到，2个月生的实生苗高达30厘米左右，可以出圃造林。采用带土袋苗造林，成活率可达95%以上。利用其萌生能力强这一特点，还可以采用一年生苗栽干造林，在干热河谷地区也可试行雨季直播造林。

七、木材构造

木材粗视特征 散孔材，边材黄色至黄褐色，心材深黄褐色至黑褐色。木材略具光泽，无特殊气味和滋味。生长轮略明显，轮界间以深色的纤维层、管孔略多，略小，肉眼下可见，分布较均匀。轴向薄壁组织傍管状，肉眼下不清晰，放大镜下明显。木射线数量多，极细，肉眼下不见，放大镜下明显，径面上射线斑纹不明显，波痕及胞间道未见。

木材显微构造 导管横切面卵圆形及椭圆形，8—13个/mm²，单独，或为径列或斜列的复管孔（2—6个），管孔团偶见，具斜列倾向，壁薄，（4.3μm），最大弦向直径162 μm，平均102 μm；导管分子长267—638 μm；单穿孔，圆形或卵圆形，穿孔底壁平行或略倾斜；管间纹孔式互列，系附物纹孔。纹孔椭圆形或卵形，长径4.1—7.2 μm，纹孔口内函，透镜形。轴向薄壁组织傍管状，端壁节状加厚明显；含少量树胶。木纤维壁厚，直径10—24 μm，长914—1652 μm，具单纹孔，为韧型纤维，沿径向整齐排列，轮末的木纤维壁极厚。木射线组织同形单列及多列，少数异型Ⅲ型，9—13根/mm；单列射线宽10—19 μm，高2—19细胞（105—248 μm）；多列射线宽2细胞，少数宽3—4细胞(17—48 μm)；高4—27细胞（105—619 μm）；直立或方形细胞在一部分射线组织的边缘排成一列，有的射线组织具长的单列的尾部，个别射线组织含两个多列部分。含晶细胞丰富，径向排列成行，长方形或方形，稍膨大，含菱晶或柱晶；在同一射线组织内含晶细胞有的多达3列；横卧细胞端壁节状加厚不明显，水平壁上纹孔亦不明显，含少量树胶、射线与导管间纹孔式类似管间纹孔式（图2）。

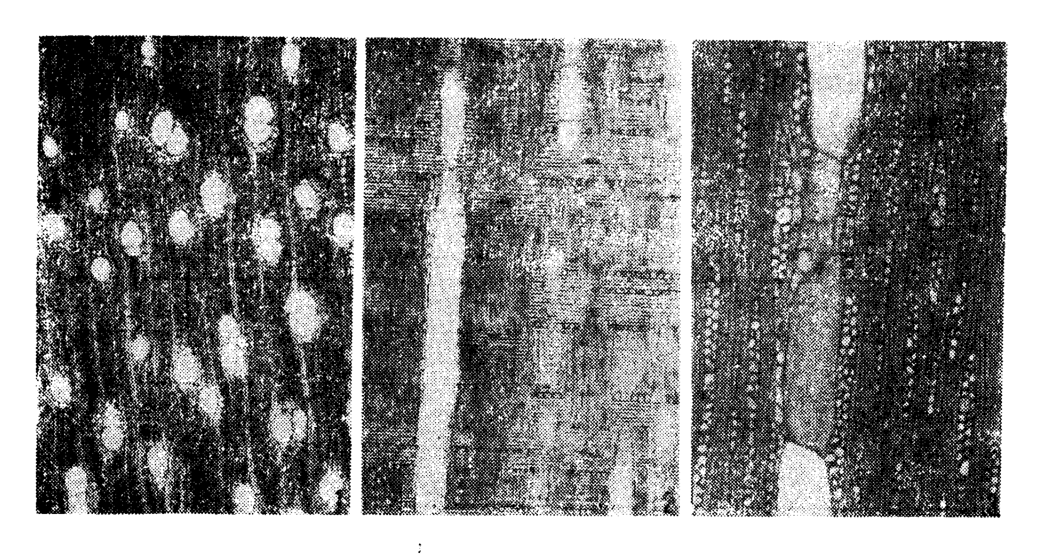


图2 榆绿木的木材构造

1.横切面×34； 2.径切面×34； 3.弦切面×90

Fig. 2 The wood structure of *Anogeissus acuminata* var. *lanceolata*

1. Transverse section (×34), 2. Radial section (×34), 3. Tangential section (×90)

八、木材物理力学性质和用途

我们用两株榆绿木的试材进行了木材物理力学性质的初步测定，其结果以及与麻栎 *Quercus acutissima* Carr.，青冈*Cyclobananopsis glauca* Qerst.，毛坡垒 *Hopea mollissima* C. Y. Wu等三种[2]国产强韧硬材材性的比较列于表 4 。

表 4　榆绿木的木材物理力学性质及与三种国产硬材的比较

Tab. 4　The wood properties of *Anogeissus acuminata* var. *lanceolata* and a comparison of it with three other hard and tough wood in China

测定项目		榆绿木	v	p	麻栎（安徽）	青冈（云南）	毛坡垒（云南）
容重g/cm³	气干	0.896	v=5.2	p=0.6	0.930	0.900	0.965
	全干	0.849	5.7	0.6			
	公定	0.706	5.1	0.8	0.688	0.738	0.749
干缩系数%	径向	0.210	11.0	1.9	0.210	0.182	0.300
	弦向	0.374	6.7	0.8	0.389	0.464	0.470
	体积	0.607	7.9	0.9	0.616	0.670	0.787
差异干缩		1.78			1.85	2.55	1.56
顺纹抗压	kg f/cm²	546	7.1	0.8	521	646	743
静曲强度	kg f/cm²	1229	11.3	1.3	1286	1336	1558
静曲弹性模量	1000 kg f/cm²	203	29.8	3.9	168	167	207
劈力极限强度 kg f/cm	径向	26.0	11.3	1.2	30.0	26.5	15.9
	弦向	29.2	12.5	1.3	42.0	43.4	21.0
冲击韧性	kg f·m/cm²弦向	1.385	18.3	2.0	1.223	1.680	1.267
硬度 kg f/cm²	端面	952	9.5	1.1	814	1195	1141
	径面	847	13.4	1.6	755	1237	992
	弦面	816	11.7	1.4	742	1180	968

v—变异系数，p—准确指数

表4中可以看出，榆绿木的木材甚重，硬干缩性大，差异干缩中等。其顺纹抗压和静曲强度之和达1775 kg f/cm²，为高强度材。其静曲弹性模量高达203000 kg f/cm²，冲击韧性为1.385 kg f·m/cm²，比著名强材麻栎还要高，接近或相当于青冈和毛坡垒，是国产木材中一种高弹性、高韧性的工业强材。

榆绿木木材纹理直或略交错，结构细，干燥较难，变形稍大，但干后尺寸稳定。加工较难，切面有时起毛（利刃可得光滑切面），甚耐磨，握钉力强。其黑褐色心材耐腐性强，木材在任何季节砍伐均不受虫蛀，是当地居民主要的房屋建筑用材。木材燃烧力甚强，可和青冈相比，是当地主要的能源薪炭材。根据上述木材性质，榆绿木木材用途极为广泛，可用于制作工农具把柄（钉鎚把、斧把、镐把、扁担等），机器车辆用材（机器垫木、工具台、车辕、车轴、车箱板、农机木部件等），军工用材（试制枪托、手榴弹柄），运动器械（跳马、双杠、高尔夫球棍、木棒、垒球棍等），纺织工业用材（木梭，打梭板），乐器材（二胡、琴键）等。当地人民主要用作屋架、横梁、柱子、桁条和楼梯等建筑材料。

榆绿木还是一种有前途的营造栲胶原料林和薪炭林的树种。经测定，它的树叶的单宁含量为16.1—18.3%（皮粉法），树皮的单宁含量为9.3%，是优质水解类单宁，适用于鞣革工业、纺织印染及医药工业等。榆绿木的枝干材燃烧力极强，是优质薪材。在印度人们利用其同属植物阔叶榆绿木*Anogeissus latifolia* Wall. 萌生力强和速生的特点，采用矮林作业，每年定期采集枝叶供制备单宁之用[3]。枝材作薪材，一举两得，获得了较高的经济效益。

榆绿木耐热、耐旱、速生、萌芽力强，对土壤适应性较广并能改良土壤，用途广泛，是一种潜在的干热河谷地区的造林树种。在元江地区的试种工作已经开始，初步反应良好，三年半的幼树高4.5米。可以相信，通过进一步的试验研究，它将会在干热地区的绿化和经济发展中发挥巨大作用。

九、榆绿木的保护和开发利用

榆绿木是国家重点保护植物，它通常成片生长，分布区集中，本应比较容易保护，但是当前的现状是令人担忧的：当地农民习惯于刀耕火种的农业生产方式，由于榆绿木林下土壤较肥沃，为了种地，他们把巨大的榆绿木环状剥皮致死，中小树木则砍倒烧掉。近几年，为了发展热带经济作物橡胶、芭蕉等，每年有上千亩榆绿木林被毁掉，还有更大面积的榆绿木林区规划为橡胶种植地。更有甚者，随着思茅至澜沧公路的通车，1988年思茅地区的的一个单位进入小橄榄坝大黑箐的一片林相最好的榆绿木林区大举采伐，短短数月，就有近千亩林子被剃了“光头”，这样下去，用不了多少年，我国珍贵的林业资源榆绿木林就会不复存在。

我们认为，在小橄榄坝地区发展橡胶的风险系数很大，一则是气候过于干燥，常年平均相对空气湿度才78%，一年中有半年以上空气湿度低于70%，再则冬天有时还有冷空气沿江而下，形成零度低温。在这样的地区大面积发展橡胶，不仅达不到预期的经济效益，还会使我国仅有的一点珍贵榆绿木资源遭到大规模的破坏，并造成水土流失，

土壤肥力减退，生态失调，影响农业生产。

榆绿木是国家红皮书列出的濒危植物，且具有极高的综合利用价值和生物学、生态学意义，林区内还有多种濒危植物如版纳黑檀、山红树、云南紫薇、光叶天料木等，必须认真加以保护，建议当地政府和林业部门采取以下措施：

1.在当地群众中广泛宣传榆绿木的价值和保护意义，制止不合理的利用状况和盲目破坏，对已砍倒的榆绿木要合理利用，避免浪费。

2.建立榆绿木专类保护区，保护区的面积要大一点，以保证其自然生态环境和种的繁衍进化。

3.组织林勘力量，对现有榆绿木资源进行清理，作出合理的保护和开发利用的规划。

4.发展人工造林：首先可以用榆绿木来绿化澜沧江两岸现有的荒山坡，同时开展在我省干热河谷地区的多点试种，可在元江、红河、元谋、怒江坝等地设试种点，取得经验之后，即可发展造林。除了营造用材林，还可营造栲胶原料林，充分发挥这一树种的经济潜力，为四化建设服务。

总之，加强保护和合理开发利用这片我国珍贵的榆绿木森林资源，已是一个迫在眉睫的任务。

参 考 文 献

1 云南植物研究所．云南植物志．北京：科学出版社，1979：1：77—79

2 成俊卿等．木材学．北京：中国林业出版社，1985：1294—1322

3 Troup R S. The Silviculture of India Trees Ⅱ. Oxford: The Clarendon Press, 1921: 538—547

4 Pearson R S, Brown H P. Commercial Timbers of India. Galcutta: Goverment of India Central Publication Branch, 1932: 544—456

A STUDY ON THE TROPICAL FAST-GROWING AND DROUGHT RESISTANT TREE SPECIES — ANOGEISSUS ACUMINATA VAR. LANCEOLATA

Zou Shouqing, Wu Yufang, Wang Hong

(*Xishuangbanna Tropical Botanic Garden, Academia Sinica, Mengla Yunnan*)

Abstract *Anogeissus acuminata* (Roxb. ex DC.) Guill. et Perr. var. *lanceolata* Wall. ex Clarke is a newly recorded plant in China. It is found in the narrow valley region of the middle reaches of Mekong river centered by Xiao

Ganlanba in Simao county, Yunnan province, and is characterized by fast-growing and tolerating of hot and drought. Its wood is quite strong and tough. Moreover, its leaf and bark are rich in tannin.

This paper deals with the ecological habits, regulation of growth, natural regeneration, seed characteristics and growth speed under cultivating condition of this tree species. The wood structure, properties and uses are discussed in this paper. Experiments show the following data: air dry density 0.896 g/cm^3; the sum of compressive strength parallel to grain and static bending strength 1775 kgf/cm^2; the modulus of static bending elasticity 203000 kgf/cm^2; impact resistance 1.385 kgf • m/cm^2. This kind of timber can be used for building and vehicle construction materials, making farm implement, gymnestic equipment and parts of arms.

It is deep-rootedness and adapts to dry climate condition, and is a prospective tree species for afforestation in hot and dry region or for tannin and fuelwood plantation. However, this species is threatened seriously in its habitat. Suggestions for efficient protection and reasonable exploitation of the valuable natural resources are made in this paper as well.

Key words *Anogeissus acuminata* var. *lanceolata*; Ecology; Growth rate; Reproduction; Wood anatomy; Wood properties; Plant protection